

データベース作成による 交通計画支援システムについて

城谷 豊* 本多義明* 北本久博**

On the Computer Aided Traffic Plannig System
Using Data Base

Yutaka SHIROYA , Yoshiaki HONDA , Hisahiro KITAMOTO

(Received Feb.2,1984)

In this study, computer aided traffic planning system is described. The function of this system is composed of the data base, statistical analysis and network analysis. This system is applied for the road-network in the urbanized area of Fukui City.

1 はじめに

コンピュータは、現在、建設工学のあらゆる分野に用いられ、必要不可欠のものとなっていてい
る。構造解析とコンピューターの関係は非常に密接なものであるし、工程管理、設計・製図の部門
にまでコンピューターが進出してきている。

コンピューターは、“高速演算機”として用いられた初期の時代、プログラム技術が発達し単な
る高速演算から大規模なプログラムシステムを作ることが可能になった時代を経て、現在の多種多
様な利用の時代に至っている。換言すれば、単に計算の効用や性能を高めたり、演算速度の高速化
を追求していた時代からコンピューターを管理していく時代、つまり利用者が情報を管理し、コン
ピューターとの対話を通じて社会の要求に対応していく時代になってきたといえる。

このような背景のもとで、この10年間にデータベースは急速に発展してきた。当初は個人利用
者が作るファイルという概念であったものが、情報システムには当然そなわっているべき機能とい
う考え方にまで変わってきている。データベースは、今後の情報量の増加に対応して、土木計画、特
に交通計画、都市計画においてますます重要な位置を占め、また利用者にとってより使いやすいも

* 建設工学科

** 建設工学科大学院生

のようになってゆくことが予想される。それゆえに、各種のデータを収集しデータを整理していくこと、つまり必要に応じてデータの整理、加工が可能なデータベースとして整備していくことがますます必要になる。

本研究では、交通計画、特に道路計画に着目し、計画の基本となる道路のリンク情報をデータベースとして整備することにより、道路の管理や整備の方向を示す資料とする交通計画支援システムの概要を紹介する。なお、本研究で対象とするのは、福井市の市街化区域内の幹線道路と一部の補助幹線である。

2 データベースの作成

(1) 使用コンピューターの紹介

ここ数年、パーソナルコンピューターは急激に個人や家庭に普及してきた。その理由としては、価格が安価になってきたこと、またほとんどのコンピューターが容易に理解できるBASIC言語を採用していることが上げられる。本システムで使用するコンピューター（日立パーソナルコンピューター「BASIC MASTER Level-3」）もBASIC言語を採用し、価格も安価である。

Level-3⁽¹⁾⁽²⁾のBASIC言語の特徴を簡単に述べると、まず入力の際に一部のコマンド、ステートメントを省略形で入力できること、ひらがなを文字データとして扱えること、また入出力の取扱いの繁雑化を避けるために、データをやりとりする装置については、すべてファイルあるいはチャンネルの概念を取り入れていることなどが上げられる。

(2) ランダムファイルについて

ファイルは、プログラムを保存するためのプログラムファイルと、データを保存するためのデータファイルに分類される。このうち、データファイルにはファイル中のデータへのアクセス方式の違いにより、シーケンシャルファイルとランダムファイルの2種類がある。シーケンシャルファイルとランダムファイルの詳しい内容については、第30回工学部研究報告（本多・岸本）⁽⁶⁾を参照されたい。

ここでは、本研究で用いたランダムファイルについて簡単に述べることにする。ランダムファイルは、任意の場所へアクセスできるファイルであるためデータの読み出しが速く、また追加・訂正・削除も容易に行えるという長所がある。一方、短所としては、プログラムが複雑、ディスクの使用効率が悪い、データ長・レコード長に制限がある、等があるが、データの処理速度、加工の容易さを考慮すると、シーケンシャルファイルよりもランダムファイルの方が本支援システムにおいて有効であると思われる。

(3) ランダム・アクセス・ファイルの出力

ここでは、ランダム・アクセス・ファイルの出力方法について説明する。登録するデータは、福井市市街化区域内の国道、主要地方道、主な県道、市道から形成されたネットワークにより得たリンクデータである。なお、3章で詳しく述べるが、本システムではネットワークの規模により、fine ネットワークとcoarse ネットワークの2種類のネットワークについてのリンクデータを登録してある。それぞれ収集したデータの一覧を表-1、表-2に示す。

これらのデータをフロッピーディスクに出力するとき、ランダム・アクセス・ファイルにおいては、用いる変数はすべて文字型変数でなければならないため、まずデータを文字型で入力し、デー

タを取り出す際に数値型に変換し、統計処理を行えるようにした。

ランダム・アクセス・ファイルの出力用プログラムは、fine ネットワーク、coarse ネットワークそれぞれについて作成してあるが、ここでは fine ネットワークのプログラムの解説を行うことにする。プログラムは図-1 に示す。

10 行 ファイルを開く
 20 行 レコードの構成の定義
 30 行 レコード番号の初期化
 40 ~ 180 行 データの入力
 190 ~ 260 行 データをファイル・バッファに入れる
 270 行 ファイルへの出力命令
 280 行 レコード番号の更新
 290 行 再びデータ入力に戻る
 300 行 ファイルを閉じる
 310 行 終了

```

10 OPEN "R",#1,"LINK-J"
20 FIELD #1,3 AS N1$,3 AS A1$,3 AS B1$,1 AS C1$,1 AS D1$,3 AS E1$,5 AS F1$,5 AS
   G1$,1 AS H1$,1 AS I1$,1 AS J1$,1 AS K1$,1 AS L1$,5 AS M1$
30 R=1
40 INPUT"ランダム・ネットワーク" ;NAME1$
50 IF NAME1$="END"GO TO 300
60 INPUT"ランダム・ネットワーク" ;AA1$
70 INPUT"ランダム・ネットワーク" ;BB1$
80 INPUT"ランダム・ネットワーク" ;CC1$
90 INPUT"ランダム・ネットワーク" ;DD1$
100 INPUT"ランダム・ネットワーク" ;EE1$
110 INPUT"ランダム・ネットワーク" ;FF1$
120 INPUT"ランダム・ネットワーク" ;GG1$
130 INPUT"ランダム・ネットワーク" ;HH1$
140 INPUT"ランダム・ネットワーク" ;II1$
150 INPUT"ランダム・ネットワーク" ;JJ1$
160 INPUT"ランダム・ネットワーク" ;KK1$
170 INPUT"ランダム・ネットワーク" ;LL1$
180 INPUT"ランダム・ネットワーク" ;MM1$
190 RSET N1$=NAME1$
200 RSET A1$=AA1$:RSET B1$=BB1$
210 RSET C1$=CC1$:RSET D1$=DD1$
220 RSET E1$=EE1$:RSET F1$=FF1$
230 RSET G1$=GG1$:RSET H1$=HH1$
240 RSET I1$=II1$:RSET J1$=JJ1$
250 RSET K1$=KK1$:RSET L1$=LL1$
260 RSET M1$=MM1$
270 PUT #1,R
280 R=R+1
290 GO TO 40
300 CLOSE #1
310 END

```

図-1 ランダム・アクセス・ファイルの出力用プログラム

表－１ Fineネットワークの登録データ一覧表

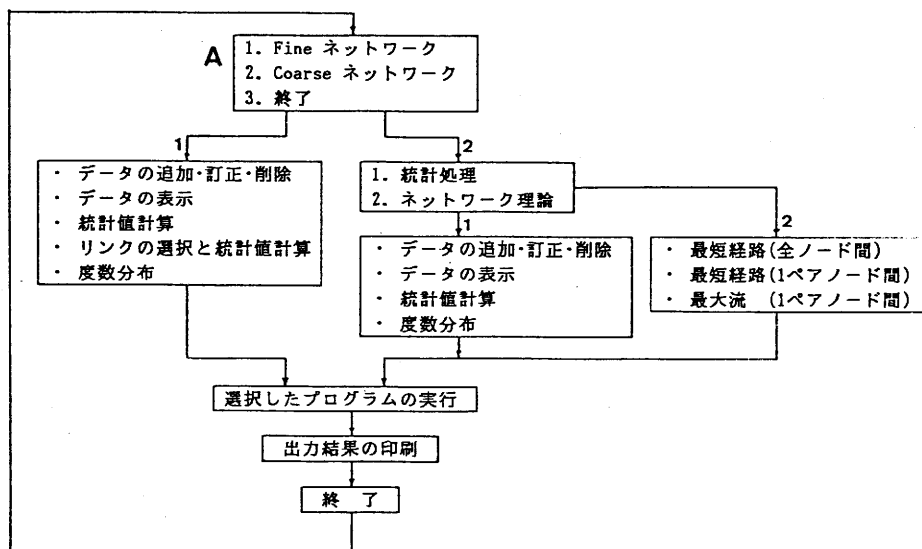
デ ー タ		デ ー タ	
1	リンク番号	8	交通容量
2	ノード（端）	9	歩道の有無
3	ノード（端）	10	中央分離帯の有無
4	種類（国道，地方道，県道，市道）	11	融雪装置の有無
5	状態（一方通行，対面通行）	12	バス路線の有無
6	リンク長	13	D I D区域
7	交通量	14	実測交通量

表－２ Coarse ネットワークの登録データ一覧表

デ ー タ	
1	リンク番号
2	ノード（端）
3	ノード（端）
4	リンク長
5	交通容量

3 システムの概要

本システムは，利用者と用意された各種分析，処理機能との橋渡しを行う対話管理プログラム，統計処理やネットワーク問題等を行うアプリケーション，データベースの内容を表示，訂正する補助プログラム，そして基礎となる計画情報を蓄積したマスターデータベースから成っている。そのフロー図を図－２に示す。



図－２ システムのフロー図

まずAにおいてfineネットワークかcoarseネットワークのいずれかを選択する。ここでfineネットワークは、都市計画道路を基本とし、福井市市街化区域内にある全ての国道、主要地方道、主な県道、そしてネットワーク形成に必要と思われる市道から形成されており、ノード数は96、リンク数は146であり図-3にネットワーク図を示す。またcoarseネットワークはfineネットワークを基本とし、放射道路、外環状、内環状道路を中心にネットワーク問題をマイコンの容量内で処理できる規模という条件のもとで、ノード数36、リンク数49から形成されており図-4に示してある。Aで選択した後、両ネットワークともデータの追加・訂正・削除、表示、統計値計算、度数分布を分析・処理する機能を備えているが、coarseネットワークについては、ネットワーク問題の最短経路問題、最大流問題の解析が行えるようになっている。

本システムでは、リンク情報をデータとしているためデータ数がそれほど多くなく、そのためマスターデータベース、対話管理プログラム、アプリケーション、補助プログラムの一体化が可能となり、一枚のフロッピーディスクにすべて格納することができた。そのため、利用者は最初に対話管理プログラムを呼び出し実行さえすれば、あとはディスプレイに表示されるプログラムリストから実行したいプログラムの番号を選択すれば結果が得られるようになっている。結果が出力された後、再び対話管理プログラムが呼び出され、分析・処理が継続して実行可能となっている。

以下、支援システムのもつ機能について説明する。

(1) データベース機能

この機能は、登録してあるデータの表示、訂正、追加、削除を行うものであり、データの管理を目的としている。これにより、必要な時にすぐに必要なデータが取り出せ、また道路網の変化に対応してリンクデータを訂正、追加することにより、最新のリンク情報を登録しておくことが可能である。

(2) 統計処理機能

統計処理機能としては、統計値計算、度数分布があり、リンク長、交通量、交通容量、混雑度、負荷量に関しての分析が可能である。なお、混雑度と負荷量に関しては、データ自体は登録されていないため、プログラム中で計算して求めている。また、fineネットワークに関しては、歩道や融雪装置等の有無により選択したリンクの表示と統計値計算が行えるようになっている。

(3) ネットワーク解析機能

この機能は、coarseネットワークだけのもので、最短経路問題（ダイクストラ法、ワーシャル・フロイド法）、最大流問題（ラベリング法）の解析を行うものである。最短経路問題^{註1)}は任意の2点間の道路網による最短経路を求めるもので、2点間の最短距離と経路が出力される。最大流問題^{註2)}は、容量が決められているリンクからなる道路網で、任意の2点間にどれだけの量を流せるかを求めるもので、2点間の最大流量と各リンクに配分される量が出力される。しかし、最大流問題では1ペアノード間について解析する場合でも、マイコンの計算速度の都合上かなりの時間がかかる欠点がある。

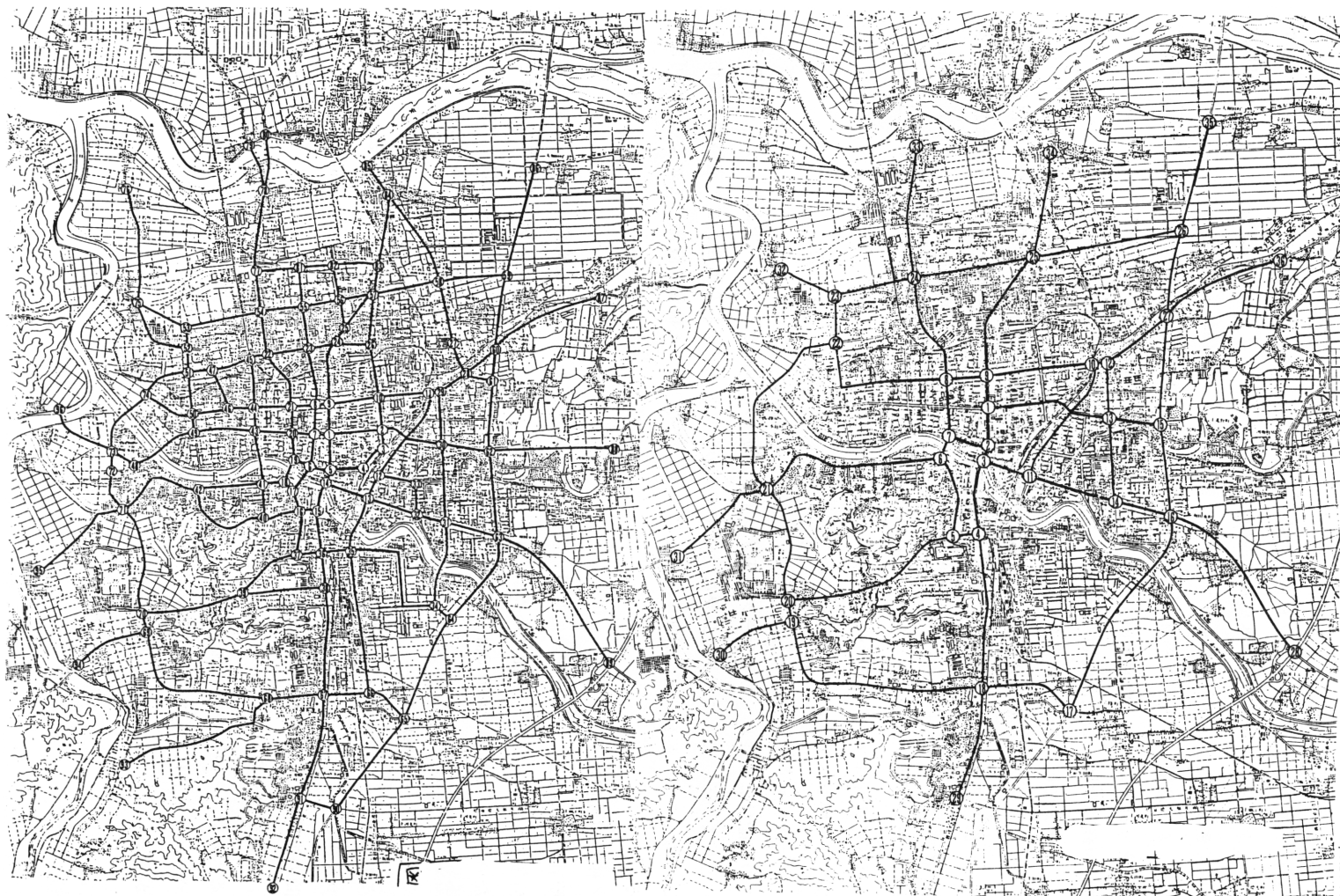


図-3 Fine ネットワーク

図-4 Coarse ネットワーク

4 システムの利用例

(1) データベース機能の利用例

図-5 は、fine ネットワークのリンクの中からリンク番号5 のデータを出力させた例である。このように特定のリンクに関しての出力の他に、全リンクのデータを出力させることも可能である。これは coarse ネットワークに関して同様である。手順は、全リンク表示、特定リンク表示、追加、訂正、削除のメニューから番号を選び入力すればよい。

リンク No 5

(1)リンク	:	5	(2)ノード	:	62	(3)ノード	:	63
(4)シェイプ	:	1	(5)シェイプタイプ	:	1	(6)リンクタイプ	:	117
(7)コウツウリョウ	:	29027	(8)ヨウリョウ	:	40000	(9)ホトク	:	1
(10)フンリタイ	:	1	(11)ユウセツリツウチ	:	0	(12)ハズロセン	:	1
(13)DIDクイキ	:	0	(14)シツコウツウ	:	26026			

(4) h 1:コウトウ 2:ケントウ 3:チホウトウ 4:シトウ
 (5) h 1:タイムツウコウ 2:イッポウツウコウ
 (9) カラ (13) ニツイデh 1:アリ 0:ナシ デアル

図-5 出力例

(2) 統計処理機能の利用例

ここでは、fine ネットワークに関してリンクの選択とその統計値計算を行う機能についての例を紹介する。そのフロー図を図-6に示す。利用者はまずA、Bの中からそれぞれ一つ指定することによりリンクを選択する。さらにCでいずれか一つを指定して統計値を得ることができる。Cに関しては手順を繰り返せばすべて出力できるようになっている。出力例を図-7に示す。この例は、中央分離帯があるリンク全てのリンクデータの表示と、選択したリンクデータのリンク長、交通量、混雑度の統計値計算を行ったものである。システムとしては、さらにこの選択したリンクデータを基本データとして再びA、B、Cの手順を繰り返すことにより、より多くの条件に合うリンクデータを求めることが可能である。

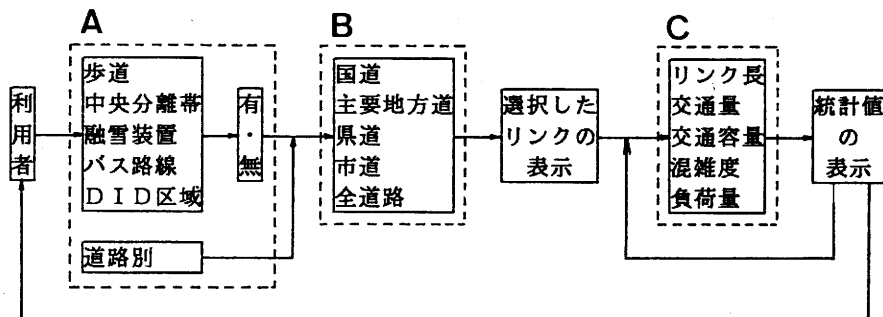


図-6 フロー図

(3) ネットワーク解析機能の出力例

最短経路問題の出力例を図-8に、最大流問題の出力例を図-9にそれぞれ示す。この例はノード17から23へ、ノード19から26への出力結果であるが、機能としては全ノード間についての解析が可能である。手続きは最初に始点ノードと終点ノードの番号を指定するだけでよい。

***** チュウオウブ* ンリタイ あり ALL *****

リンク	*リンク*	シャドウ	シャドウ	チャウ	ゴウリョウ	ゴウリョウ	ホドク	ファンリ	ユウ	ハイス	DID	シマツク	コンサツ	チカ
5	62 - 63	1	1	1.17	29027	40000	1	1	0	1	0	26026	0.73	33961.6
6	63 - 64	1	1	1.29	29919	11000	0	1	0	0	0	15757	2.72	38595.5
7	64 - 65	1	1	1.43	19967	40000	1	1	0	0	0	20467	0.50	28552.8
8	65 - 90	1	1	1.50	19111	9500	1	1	0	0	0	18538	2.01	28666.6
9	13 - 14	1	1	0.51	40511	36000	1	1	1	1	1	17090	1.13	20660.6
12	31 - 63	1	1	0.90	27003	36000	1	1	0	1	1	14979	0.75	24302.7
13	63 - 89	1	1	2.17	20330	36000	1	1	0	1	0	14679	0.56	44116.1
88	6 - 19	3	1	0.21	26284	32000	1	1	0	1	1	18161	0.82	5519.6
89	5 - 6	3	1	0.27	26284	32000	1	1	0	1	1	18161	0.82	7096.7
90	4 - 5	3	1	0.43	14557	32000	1	1	0	1	1	9518	0.45	6259.5

リンフチヨウ

N OF CASES=	10		
MINIMUM =	0.21	MAXIMUM =	2.17
RANGE =	1.96	TOTAL =	9.88
MEAN =	0.99	SUM OF SQS=	3.65
VARIANCE =	0.36	STD DEV =	0.60

コウツウリョウ

N OF CASES=	10		
MINIMUM =	14557.00	MAXIMUM =	40511.00
RANGE =	25954.00	TOTAL =	252993.00
MEAN =	25299.30	SUM OF SQS=	478295000.00
VARIANCE =	47829500.00	STD DEV =	6915.88

コンサ^o ウト^o

N OF CASES=	10		
MINIMUM =	0.45	MAXIMUM =	2.72
RANGE =	2.27	TOTAL =	10.49
MEAN =	1.05	SUM OF SQS=	4.91
VARIANCE =	0.49	STD DEV =	0.70

图-7 出力例

シユツリ[○]ツテン= 17

サイシュウテン= 23

17 から 23 へ/ サイタンキョリハ 7070 m で*す

サイタン ルート 白

17	か	18	へ	1150	m
18	か	4	へ	1870	m
4	か	3	へ	1010	m
3	か	2	へ	160	m
2	か	7	へ	480	m
7	か	8	へ	680	m
8	か	22	へ	1430	m
22	か	23	へ	290	m

シユツク[°] ツツ[°] = 19

サイシュウテン= 26

19 から 26 ヘルサイタンキョリ 8180 m です

サイタン ルート 白

19	♂	20	♀	270	m
20	♂	5	♀	2320	m
5	♂	4	♀	330	m
4	♂	3	♀	1010	m
3	♂	11	♀	510	m
11	♂	10	♀	1550	m
10	♂	12	♀	130	m
12	♂	27	♀	960	m
27	♂	26	♀	1100	m

图-8 出力例

17 TO 23

1	が	9	^	4000
2	が	1	^	2000
2	が	7	^	16000
3	が	2	^	18000
7	が	8	^	16000
8	が	22	^	4000
8	が	24	^	16000
9	が	8	^	4000
11	が	3	^	18000
13	が	1	^	2000
14	が	11	^	18000
15	が	13	^	2000
16	が	14	^	18000
16	が	15	^	2000
17	が	16	^	20000
22	が	23	^	4000
24	が	23	^	16000

19 TO 26

1	がら	9	へ	4500
2	がら	1	へ	4500
2	がら	7	へ	3100
3	がら	2	へ	7600
4	がら	3	へ	7600
5	がら	4	へ	3600
7	がら	8	へ	3100
8	がら	24	へ	3100
9	がら	25	へ	4500
18	がら	4	へ	4000
19	がら	18	へ	4000
19	がら	20	へ	3600
20	がら	5	へ	3600
24	がら	25	へ	3100
25	がら	26	へ	7600

19 　　から 26 　　への さいたゝ いりゅうりょう は？ 7600

17 がら 23 への さいた* いりゅうりょう は? 20000

图-9 出力例

5 あとがき

本報告で示したシステムは、データ変更の容易さから最新のネットワーク情報を登録でき、また各リンクの特徴が容易に把握できるなど、交通計画、道路整備計画等の基礎的データの提供に十分役立つものである。今後はより補助幹線レベルでのネットワークデータの作成と各リンクの登録データの充実をはかっていく予定である。

注1) 最短経路問題－ダイクストラ法

ノード n_s から他のすべての点に至る最短距離を求める場合、任意の点を n_j ($n_j \neq n_s$)、 n_j の直前ノードを P_j 、 P_j と n_j の距離を d_{ij} 、ノードの集合を M 、 N とすると、次の手順を繰り返すことにより最短経路を求めることができる。

1. $V_s = 0$, $V_j = \infty$ ($j \neq s$)、 $i = s$, $M = N - \{S\}$ とする。
2. $j \in M$ に対して $V_j > V_i + d_{ij}$ ならば $V_j = V_i + d_{ij}$, $P_j = i$ とおく。
3. $\min_{j \in M} V_j = V_{j_0}$ ($j_0 \in M$) となる j_0 を求める。
4. j_0 を M から除き、 $M \neq \emptyset$ ならば終了、そうでなければ $i = j_0$ とおいて 2 に戻る。

注2) 最大流問題－ラベリング法

最初に一つの流れ X_{ij} があるものとし、 e_j をある経路に増加可能な流量、 p_j を n_j に流れる直前のノードとする。

○ルーチンA

1. $e_s = \infty$, $M_1 = \{S\}$, $M_0 = N - \{S\}$ とする。
2. $M_1 = \emptyset$ ならば終了。 $M_1 = \emptyset$ ならば、 M_1 の要素を一つ選びそれを i とする。
3. (a) $j \in M_0$, $(i, j) \in B$, $X_{ij} < a_{ij}$ である j について

$$e_j = \min(e_j, a_{ij} - X_{ij}), P_j = i$$
 (b) $j \in M_0$, $(j, i) \in B$, $X_{ji} > 0$ である j について

$$e_j = \min(e_i, X_{ji}), P_j = -i$$
 としそれぞれ M_0 から j を除き M_1 に j を加える。
4. 終点ノード t が M_1 に含まれていればルーチンBに進む。
 $t \in M_0$ ならば、 M_1 から i を除き 2 に戻る。

○ルーチンB

1. 全流量 q に e_t を加え、 $j = t$ とおく。
2. $P_j > 0$ ならば $i = P_j$ とおき、 x_{ij} に e_t を加える。 $P_j < 0$ ならば $i = -P_j$ とおき x_{ji} から e_t を減ずる。
3. $i = s$ ならばルーチンAへ、 $j \neq s$ ならば $j = i$ とおいて 2 に戻る。

このルーチンAとルーチンBを繰り返すことにより最大流量が求められる。

参考文献

- (1) 稲葉吉弘, 窄頭匡之他: レベル3 BASIC入門 アスキー出版
- (2) 飯田, 大野, 鈴木共著: Disk BASIC入門 アスキー出版
- (3) 丸安隆和: 土木工学とコンピューター 土木学会誌, 昭和57年5月

- (4) 長尾，片山，植村共著：情報の構造とデータベース 岩波書店
- (5) 本多義明，岸本正人：データベース作成による地域計画支援システムについて
福井大学工学部研究報告第30巻2号